

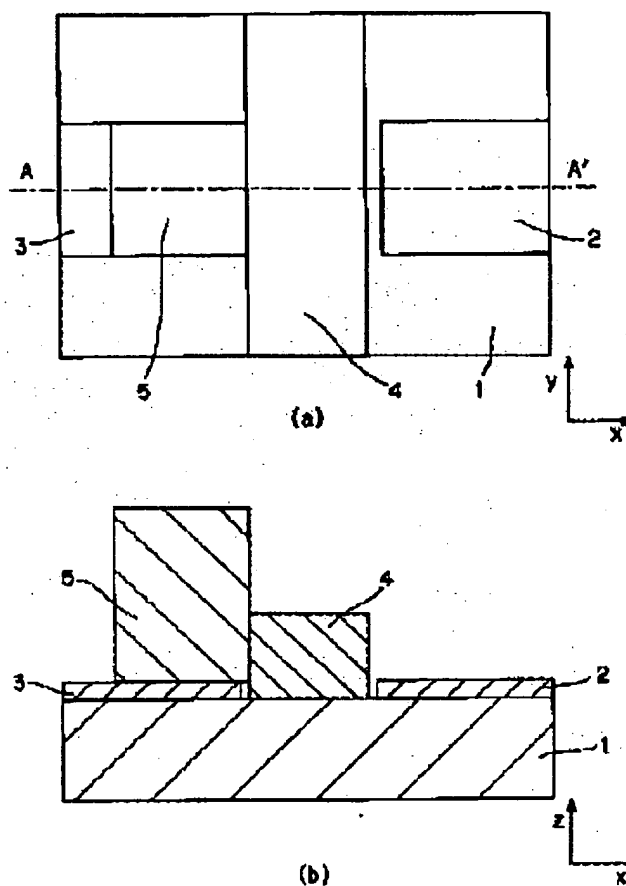
ELECTRON EMISSION ELEMENT, ELECTRON SOURCE, AND IMAGE FORMING DEVICE

Patent number: JP2003086077
Publication date: 2003-03-20
Inventor: SATO TAKAHIRO; TSUKAMOTO TAKEO
Applicant: CANON INC
Classification:
- **international:** H01J1/304; H01J9/02; H01J29/04; H01J31/12
- **europaen:**
Application number: JP20010274055 20010910
Priority number(s):

Abstract of JP2003086077

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electron emission element, an electron source, and an image forming device, capable of coping with high efficiency, high reliability, high process yield, high-speed driving, low power consumption, a wide area substrate, and high definition.

SOLUTION: An insulator 4 having height in which the position in the direction almost perpendicularly crossing to a substrate 1 is present on an anode side than a cathode 3 and an extraction electrode 2 is installed between the cathode 3 and the extraction electrode 2, on a substrate 1.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

THIS PAGE BLANK

Family list

1 family member for:

JP2003086077

Derived from 1 application.

**1 ELECTRON EMISSION ELEMENT, ELECTRON SOURCE, AND IMAGE
FORMING DEVICE**

Publication info: **JP2003086077 A** - 2003-03-20

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

THIS PAGE ONANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-86077

(P2003-86077A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 1 J	1/304	H 0 1 J	9/02 B 5 C 0 3 1
	9/02		29/04 5 C 0 3 6
	29/04		31/12 B
	31/12		1/30 F

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-274055 (P2001-274055)

(22) 出願日 平成13年9月10日 (2001.9.10)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 佐藤 崇広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者 塚本 健夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100085006

弁理士 世良 和信 (外2名)

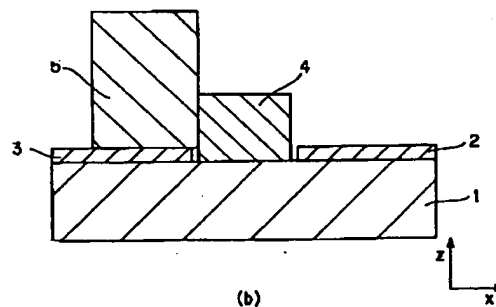
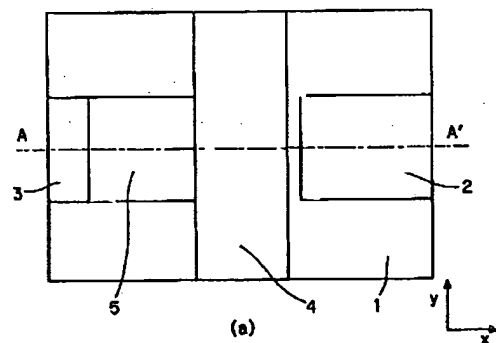
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子放出素子、電子源及び画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 高効率、高信頼性、高プロセス歩留まり、高速駆動可能、低消費電力、大面積基板対応可能、高精細に対応可能な電子放出素子、電子源、及び画像形成装置を提供する。

【解決手段】 基板1上であって、陰極3と引き出し電極2との間に、基板1に略直交する方向の位置が陰極3及び引き出し電極2よりも陽極側に位置する高さを持つ絶縁体4を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁性の基板上に設けられ、電子放出部材が配置された陰極と、

前記基板上であって前記陰極に対向して設けられ、前記電子放出部材から電子を引き出す引き出し電極と、を備え、

前記引き出し電極によって引き出した電子を、前記基板に対向して設けられる陽極に向けて放出させる電子放出素子において、

前記基板上であって、前記陰極と前記引き出し電極との間に、該基板に略直交する方向の位置が該陰極及び該引き出し電極よりも前記陽極側に位置する高さを有する絶縁体を備えることを特徴とする電子放出素子。

【請求項2】前記電子放出部材は、前記陰極上であって、前記引き出し電極に対向する領域を含む領域に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子。

【請求項3】前記陰極と前記引き出し電極との間に設けられた前記絶縁体は、前記基板に略平行であって、該陰極と該引き出し電極とが対向する方向に略直交する方向において、前記電子放出部材に対向していることを特徴とする請求項1または2に記載の電子放出素子。

【請求項4】前記陰極と前記引き出し電極との間に設けられた前記絶縁体は、該陰極の一部領域上に開口部を有して積層して設けられ、

前記電子放出部材は、前記陰極上であって、前記絶縁体の前記開口部内に形成されることを特徴とする請求項1、2または3に記載の電子放出素子。

【請求項5】前記絶縁体は、前記開口部を複数備えることを特徴とする請求項4に記載の電子放出素子。

【請求項6】前記電子放出部材は、炭素を主成分とする材料で構成されていることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の電子放出素子。

【請求項7】前記炭素を主成分とする材料は、繊維状カーボンの集合体であることを特徴とする請求項6に記載の電子放出素子。

【請求項8】前記繊維状カーボンの集合体は、触媒微粒子を介して成長したグラファイトナノファイバー、カーボンナノチューブ、アモルファスカーボンもしくはこれらの混合物からなることを特徴とする請求項7に記載の電子放出素子。

【請求項9】前記触媒微粒子は、Pd、Ni、Fe、Co若しくはこれらの合金からなることを特徴とする請求項8に記載の電子放出素子。

【請求項10】請求項1乃至9のいずれかに記載の電子放出素子を複数個並列に配置し結線してなる素子列を少なくとも1列以上有してなることを特徴とする電子源。

【請求項11】請求項1乃至9のいずれかに記載の電子放出素子を複数個配列してなる素子列を少なくとも1列以上有し、該素子を駆動するための配線がマトリクス配

置されていることを特徴とする電子源。

【請求項12】請求項10または11に記載の電子源と、

前記電子源から放出された電子によって画像を形成する画像形成部材と、

情報信号により各電子放出素子の電子量を制御する手段と、

を備えたことを特徴とする画像形成装置。

【請求項13】前記画像形成部材は、電子の衝突によって発光する蛍光体を備えることを特徴とする請求項12に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子放出素子、電子源、及び画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、画像表示装置として液晶を用いた平板型表示装置がCRTに替わって普及してきた。

【0003】しかし、液晶を用いた平板型表示装置は自発光型ではないためにバックライトを必要とするため、消費電力が高いなどの問題を有している。

【0004】この問題を解決する一つ的手段として、一画素当たり一つもしくは複数の電界放出型(FE型)電子放出素子を備える自発光型の表示装置が提案されている。

【0005】この自発光型の表示装置であればCRTと同程度の輝度と、消費電力とが達成可能であり、さらに薄くて軽い画像表示装置を作製できる。

【0006】従来、FE型電子放出素子としては、スピント型と呼ばれる金属製の円錐または角錐のエミッタを備えるものがよく知られている。

【0007】例えば、C. A. Spindt, "Physical properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) に開示されている。

【0008】これによれば、フォトリソグラフィーの手法を用いて、数十 μm の間隔で電子放出素子を配列することが可能であり、画像表示装置の一画素内にいくつかの電子放出素子を作り込むことができる。

【0009】また、電子放出部材として炭素繊維を用いたFE型電子放出素子が特開平11-111161号公報にて提案されている。カーボンナノチューブなどの炭素繊維は直径が数十から数百nmと非常に細く、さらに μm オーダーの長さを有することから非常に縦横比(アスペクト比)が大きくなっており、また先端が尖鋭になっている。

【0010】このことから、電界中の炭素繊維の先端では電界が強調され、比較的小さな電界中でも電子放出が

起こる。また機械的にも丈夫であることから、現在炭素繊維は電子放出部材としては最も優れているものとなっている。

【0011】また、消費電力を少なくするなどの観点から電子放出素子では、陰極から引き出された電子の数に対して陽極に到達した電子の数の比（効率）が非常に重要である。

【0012】一般的な陰極、引き出し電極、陽極からなる電子放出素子では、陰極から放出された電子は陽極に到達する前に、引き出し電極に衝突、吸収されて効率がかなり下がってしまう。

【0013】この効率を上げるためには陰極、引き出し電極、陽極の位置関係が非常に重要であり、様々な工夫を凝らした構成が提案されている。

【0014】例えば、図8に示すように、J. M. Kim, et al, "Carbon Nanotube-based Field Emission Displays with Triode Structure", Proceedings of The Seventh International Display Workshops, 1003, (2000) に効率を上げるための工夫を凝らした陰極、引き出し電極、陽極の位置関係が示されている。

【0015】ここでは、引き出し電極102が陰極103から見て、陽極（図示せず）と反対側に設けられている。この構成にすると、引き出し電極102によって陰極103上のカーボンナノチューブ105から引き出された電子が引き出し電極102に衝突する前に、陽極に引き寄せられる軌道に乗せることができる。

【0016】すると、放出された電子は引き出し電極102に衝突、吸収されずに陽極に到達し、電子放出素子の効率をあげることができる。効率の良い電子放出素子を作製するために理想的な電極配置となっている。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来技術の場合には、下記のような問題が生じていた。

【0018】図8に示すような、J. M. Kim, et al, "Carbon Nanotube-based Field Emission Displays with Triode Structure", Proceedings of The Seventh International Display Workshops, 1003, (2000) に取り上げられている構成では、カーボンナノチューブ105が陰極103から垂れ下がり、引き出し電極102と接触することがある。

【0019】すると、引き出し電極102と陰極103とが電氣的にショートし電子放出素子としての機能を果たせなくなるので、プロセス歩留まりが低下する。

【0020】さらに、引き出し電極102と陰極103との間の寄生容量が大きくなってしまい、電子放出素子を高速で駆動することができないばかりか容量成分による消費電力が増大してしまう。

【0021】また、寄生容量をできるだけ低減するためにポリイミド106を積んで引き出し電極102と陰極103との間の距離を大きくしてあるが、ポリイミド106をスピンコートで塗布しているため厚さの面内不均一性が発生し、しいては電子放出素子の電子放出しきい値の面内分布にばらつきができる。

【0022】また、ポリイミド106のような有機成分を含むことでプロセス温度の上限が低下し、さらにデバイスとしての信頼性も低下する。

【0023】本発明は上記の従来技術の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、高効率、高信頼性、高プロセス歩留まり、高速駆動可能、低消費電力、大面積基板対応可能、高精細に対応可能な電子放出素子、電子源、及び画像形成装置を提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明にあっては、絶縁性の基板上に設けられ、電子放出部材が配置された陰極と、前記基板上であって前記陰極に対向して設けられ、前記電子放出部材から電子を引き出す引き出し電極と、を備え、前記引き出し電極によって引き出した電子を、前記基板に対向して設けられる陽極に向けて放出させる電子放出素子において、前記基板上であって、前記陰極と前記引き出し電極との間に、該基板に略直交する方向の位置が該陰極及び該引き出し電極よりも前記陽極側に位置する高さを有する絶縁体を備えることを特徴とする。

【0025】前記電子放出部材は、前記陰極上であって、前記引き出し電極に対向する領域を含む領域に設けられていることも好適である。

【0026】前記陰極と前記引き出し電極との間に設けられた前記絶縁体は、前記基板に略平行であって、該陰極と該引き出し電極とが対向する方向に略直交する方向において、前記電子放出部材に対向していることも好適である。

【0027】前記陰極と前記引き出し電極との間に設けられた前記絶縁体は、該陰極の一部領域上に開口部を有して積層して設けられ、前記電子放出部材は、前記陰極上であって、前記絶縁体の前記開口部内に形成されることも好適である。

【0028】前記絶縁体は、前記開口部を複数備えることも好適である。

【0029】前記電子放出部材は、炭素を主成分とする材料で構成されていることも好適である。

【0030】前記炭素を主成分とする材料は、繊維状カーボンの集合体であることも好適である。

【0031】前記繊維状カーボンの集合体は、触媒微粒子を介して成長したグラファイトナノファイバー、カーボンナノチューブ、アモルファスカーボンもしくはこれらの混合物からなることも好適である。

【0032】前記触媒微粒子は、Pd, Ni, Fe, Co若しくはこれらの合金からなることも好適である。

【0033】電子源にあつては、上記記載の電子放出素子を複数個並列に配置し結線してなる素子列を少なくとも1列以上有してなることを特徴とする。

【0034】また、上記記載の電子放出素子を複数個配列してなる素子列を少なくとも1列以上有し、該素子を駆動するための配線がマトリクス配置されていることを特徴とする。

【0035】画像形成装置にあつては、上記記載の電子源と、前記電子源から放出された電子によって画像を形成する画像形成部材と、情報信号により各電子放出素子の電子量を制御する手段と、を備えたことを特徴とする。

【0036】前記画像形成部材は、電子の衝突によって発光する蛍光体を備えることも好適である。

【0037】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に詳しく説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状それらの相対配置などは、発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、この発明の範囲を以下の実施の形態に限定する趣旨のものではない。

【0038】(第1の実施の形態)図1は本発明の第1の実施の形態に係る電子放出素子を示す概略図であり、同図(a)は基板1の上面から、また同図(b)は同図(a)のA-A'断面を側面から見たものである。

【0039】図に示す本実施の形態に係る電子放出素子において、図中の1は絶縁性の基板、2は引き出し電極、3は陰極、4は絶縁体、5は電子放出部材を示しており、電子放出素子は、概略、基板1と、基板1上に積層され対向して設けられた引き出し電極2及び陰極3と、引き出し電極2と陰極3との間であつて基板1上に積層される絶縁体4と、陰極3上に設けられた電子放出部材5と、を備えている。

【0040】基板1の材料としては、表面を十分に洗浄した、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させK等の一部置換したガラス、青板ガラス及びシリコン基板等にスパッタ法などによってSiO₂を積層した積層体、アルミナなどのセラミックの絶縁性基板が挙げられる。

【0041】引き出し電極2及び陰極3は導電性を有しており、蒸着法、スパッタ法などの一般的真空成膜技術、及びフォトリソグラフィー技術によって形成される。引き出し電極2及び陰極3の材料には例えば、炭

素、金属、金属の窒化物、金属の炭化物、金属のホウ化物、半導体、半導体の金属化合物から適宜選択される。引き出し電極2及び陰極3の厚さは、数十nmから数十μmの範囲で選択される。

【0042】絶縁体4はスパッタ法、CVD法などの一般的真空成膜技術、及びフォトリソグラフィー技術によって形成される。絶縁体4の材料には例えば、SiO₂、SiN、Al₂O₃などの絶縁性材料から適宜選択される。絶縁体4の厚さは、数十nmから数十μmの範囲で適宜選択される。

【0043】電子放出部材5はスパッタ法等の一般的な真空成膜法等で堆積した膜をRIEなどの手法を用いてエミッター形状に加工する場合と、CVDにおける核成長を利用した針状結晶の成長や、ひげ結晶の成長などを利用する場合と、陰極3上に触媒微粒子を散布し炭化水素雰囲気中でのCVDなどで炭素繊維を成長させて作製する場合などがある。

【0044】エミッター形状の制御はRIEの場合には用いる基板の種類、ガスの種類、ガス圧力(流量)、エッチング時間、プラズマを形成する時のエネルギーなどに依存する。

【0045】一方、CVDによる形成方法では基板の種類、ガスの種類、流量、成長温度などで制御される。

【0046】電子放出部材5に用いる材料は、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、アモルファスカーボン、グラファイト、ダイヤモンドライクカーボン、ダイヤモンドを分散した炭素及び炭素化合物等、あるいはカーボンナノチューブ、グラファイトナノファイバーなどの炭素繊維などが良い。

【0047】本実施の形態では、その中でも、触媒を利用して成長した炭素繊維を使用した。

【0048】炭素繊維の成長に使用する触媒材料としてはFe、Co、Pd、Niなどを使用することができる。特に、Pd、Co、Niにおいては低温(350から600℃の温度)でグラファイトナノファイバーを生成することが可能である。

【0049】Feなどを用いたカーボンナノチューブの生成温度は800℃以上必要であることから、低温で生成可能なグラファイトナノファイバーは、他部材へ影響や、製造コストを低減するという観点で好ましい。

【0050】前述した炭化水素ガスとしては例えばエチレン、メタン、プロパン、プロピレン、アセチレンなどのガスを用いる。また炭化水素ガスの代わりにCO、CO₂などの炭酸ガスやエタノール、アセトンなどの有機溶剤の蒸気を用いることもできる。

【0051】次に、本実施の形態の特徴について説明する。

【0052】本発明者は、電子放出素子の陰極と引き出し電極との間に堤防型の絶縁体を作り込むことで、従来の問題点を解決できることを見いだした。

【0053】すなわち、陰極と引きだし電極との間に堤防状の絶縁体があると、陰極上の引きだし電極近くに設けたカーボンナノチューブなどの炭素繊維からなる電子放出部材が、引きだし電極と接触する事が無くなり、陰極と引きだし電極が電氣的にショートする心配がない。

【0054】また、引き出し電極と陰極との間に堤防状の絶縁体が存在するために、カーボンナノチューブなどの炭素繊維からなる電子放出部材の中の数ある電子放出点のうち、引き出し電極から見て堤防状の絶縁体に隠されている部分は有効な電子放出点では無くなる。

【0055】つまり、電子放出部材は引き出し電極に対して堤防状の絶縁体の高さ分だけ嵩上げされているのと同じ状態になり、陰極、陽極、引き出し電極から構成される三極型電子放出素子において、従来例で示したようなポリイミドなどで嵩上げて陰極上に設けられる電子放出部材が引きだし電極に対して陽極側に存在するような構成にしなくても良いことになる。

【0056】さらに、ポリイミドにより嵩上げを行わなくてもよいのでプロセスの歩留まり、デバイス信頼性ともに向上し、コストが低減する。

【0057】また、引きだし電極と陰極とが重なり合う部分がないために寄生容量が大幅に低減できるようになり、電子放出素子を高速駆動でき、さらに消費電力が低下して画像表示装置に応用する場合にも有利である。

【0058】また、電子放出部材としてのカーボンナノチューブやグラファイトナノファイバーを陰極上に直接成長させるとき、堤防状の絶縁体の陰極側の壁によって電子放出部材の成長方向が基板に対して垂直方向に限定されるので、基板に対して水平方向に電子放出部材が成長して引き出し電極と電子放出部材との距離にばらつきが出るのを抑制できる。

【0059】以上説明した電子放出素子を図1に基づいて、さらに説明する。

【0060】本実施の形態では、図1(b)のA-A'断面図に示されているように、引き出し電極2と陰極3とが素子部では(基板1上においては)重なり合うことがない。この形態にすることで寄生容量(キャパシタンス)が低減できるので、電子放出素子を高速に駆動できるようになるだけでなく、消費電力を低減できるようにもなる。

【0061】さらに、引き出し電極2と陰極3との間に絶縁体4が存在するために、カーボンナノチューブなどの炭素繊維からなる電子放出部材5の中の数ある電子放出点のうち、引き出し電極2から見て絶縁体4に隠されている部分は有効な電子放出点では無くなっているのので、引き出し電極2に正の駆動電圧を与えて電子放出部材5から引き出される電子は、電子放出部材5の上部近辺のみから放出されることになり、引き出し電極2に衝突、吸収されずに陽極(図示しないが基板1に平行に対向して設けられている)に到達する軌道を取ることがで

きる。

【0062】結果、陰極3から引き出された電子の内のほとんどが陽極に到達でき、効率上がることになる。

【0063】また、電子放出部材5としてカーボンナノチューブやグラファイトナノファイバーを陰極3上に直接成長させるとき、堤防状の絶縁体4の陰極3側の壁によって電子放出部材5の成長方向が基板1に対して垂直方向(図に示すz方向)に限定されるので、基板1に対して水平方向に電子放出部材5が成長して引き出し電極2と電子放出部材5との距離にばらつきが出てしまうことを抑制できる。

【0064】結果、電子放出素子の作製歩留まりを向上できる事になる。

【0065】以上に記載した電子放出素子の作製方法について、図2を用いて詳細に説明する。

【0066】まず、図2(a)において絶縁性の基板1である石英基板に、後に引き出し電極2と陰極3とになる金属薄膜11を蒸着し、後にドライエッチングにてエッチングする箇所が露出するようにレジスト10をパターンニングした。金属薄膜11はTi/Ptをそれぞれ500/500Åの厚さにEB蒸着したものである。

【0067】次に、図2(b)において金属薄膜11をドライエッチングして、引き出し電極2と陰極3とを作製し、さらにレジスト10を剥離液にて剥離した。ドライエッチングは並行平板型のプラズマエッチング装置で、Ptに対してはArガスを20sccm(1sccm=1.68×10⁻³Pa・m³/s)、2Pa、300Wの条件、Tiに対してはCF₄ガスを50sccm、5Pa、300Wの条件でエッチングした。

【0068】また、レジスト10の剥離は約70℃に加熱した剥離液に基板1を浸すことで行った。

【0069】次に、図2(c)において絶縁体4となるSiO₂をプラズマCVD法にて1μmの厚さ堆積させて、その上に絶縁体4の残すべき部分を覆うようにレジスト10をパターンニングした。

【0070】次に、図2(d)において絶縁体4をドライエッチングして堤防状に整形した。本実施の形態では、絶縁体4のドライエッチングの条件はSF₆、50sccm、2Pa、300Wであった。

【0071】次に、図2(e)において図2(d)でエッチングマスクとして利用したレジスト10を剥離せずに、後に電子放出部材5を成長させたい領域が露出するように追加してレジスト12をパターンニングする。

【0072】次に、図2(f)において後に電子放出部材5であるカーボンナノチューブを成長させるための触媒13をスパッタ法にて蒸着した。本実施の形態では、触媒13にはPdをスパッタ法にて5nm堆積したものを利用した。

【0073】次に、図2(g)において約70℃に加熱した剥離液に基板1を浸して、レジスト10、12をま

とめて剥離した。

【0074】最後に、図2(h)において電子放出部材5となる炭素繊維を成長させて、電子放出素子を完成させた。本実施の形態では、圧力1Paエチレンガス雰囲気中で、基板1を800℃に加熱した状態で1時間放置することで長さが約4μm、太さが10nmのカーボンナノチューブを成長した。

【0075】以上に示した電子放出素子の作製方法は一例であり、他の製造方法によっても作製することができる。

【0076】(第2の実施の形態)図3は本発明の第2の実施の形態に係る電子放出素子を示す概略図であり、同図(a)は基板1の上面から、また同図(b)は同図(a)のA-A'断面を側面から見たものである。

【0077】図に示す本実施の形態に係る電子放出素子において、図中の1は絶縁性の基板、2は引き出し電極、3は陰極、4は絶縁体、6は電子放出部材を示しており、電子放出素子は、概略、基板1と、基板1上に積層され対向して設けられた引き出し電極2及び陰極3と、引き出し電極2と陰極3との間であって基板1上に積層される絶縁体4と、陰極3上に設けられた電子放出部材6と、を備えている。

【0078】そして、本実施の形態では上述した第1の実施の形態と異なり、絶縁体4は、基板1に略平行であって、陰極3と引き出し電極2とが対向する方向に略直交する方向においても、電子放出部材6に対向している。すなわち、絶縁体4の形状が、上面から見て略コの字型をしており、そのコの字内部に電子放出部材6を作り込むようにした。

【0079】例えば、電子放出部材6にグラファイトナノファイバの様な炭素繊維を採用して、熱CVD法の様な方法で成長させて作製するときには図3の形態を採用すると、基板1に対して水平であって、引き出し電極2と陰極3とが対向する方向(図に示すx方向)に対して垂直である方向(図に示すy方向)に電子放出部材6が成長することを抑制できる。

【0080】つまり、基板1に対して水平であって、引き出し電極2と陰極3とが対向するx方向に対して垂直であるy方向の電子放出部材6の領域を任意なものにできる。

【0081】結果として、電子放出素子から放出される電子ビームのビーム形状のうち基板に対して水平で引き出し電極2と陰極3とが対向するx方向に対して垂直であるy方向の成分を、図3の形態にすることで制御できるようになる。兼ねては素子ごとのばらつきを抑えることもできる様になる。

【0082】以上に記載した電子放出素子の作製方法については第1の実施の形態とほぼ同様である。しかし、本実施の形態では、電子放出部材6にグラファイトナノファイバを採用したために、圧力1Paアセチレンガス

雰囲気中で、基板1を450℃に加熱し、1時間待機することで長さが約5μm、太さが40nmのグラファイトナノファイバを成長させて、電子放出部材6を作製した。

【0083】(第3の実施の形態)図4は本発明の第3の実施の形態に係る電子放出素子を示す概略図であり、同図(a)は基板1の上面から、また同図(b)は同図(a)のA-A'断面を側面から見たものである。

【0084】図に示す本実施の形態に係る電子放出素子において、図中の1は絶縁性の基板、2は引き出し電極、3は陰極、4は絶縁体、5は電子放出部材を示しており、電子放出素子は、概略、基板1と、基板1上に積層され対向して設けられた引き出し電極2及び陰極3と、引き出し電極2と陰極3との間であって基板1上に積層される絶縁体4と、陰極3上に設けられた電子放出部材5と、を備えている。

【0085】そして、本実施の形態では上述した第1の実施の形態と異なり、絶縁体4は、陰極3上を覆っており、陰極3に形成された電子放出部材を露出させる開口部4aを備えている。すなわち、絶縁体4の形状が上面から見て略口の字型をしており、その口の字内部に電子放出部材5を作り込むようにした。

【0086】例えば、電子放出部材5にグラファイトナノファイバの様な炭素繊維を採用して、熱CVD法の様な方法で成長させて作製するときには図4の形態を採用すると、電子放出部材6の基板に対して水平方向の成長を抑制できる。

【0087】つまり、基板1に対して水平方向(図に示すxy方向)の電子放出部材5領域を任意なものにできる。結果として電子放出素子から放出される電子ビームの形状の素子毎のばらつきを、図4の形態にすることで抑制できる。

【0088】本実施の形態では、絶縁体4の電子放出部材5が作り込まれる箇所が略口の字型になるようにしたが、例えば丸型のような他の形状であってもよく、絶縁体4に設けられた開口部であれば同様の効果を得ることができる。

【0089】以上に記載した電子放出素子の作製方法については第1の実施の形態とほぼ同様である。

【0090】(第4の実施の形態)図5は本発明の第4の実施の形態に係る電子放出素子を示す概略図であり、同図(a)は基板1の上面から、また同図(b)は同図(a)のA-A'断面を側面から見たものである。

【0091】図に示す本実施の形態に係る電子放出素子において、図中の1は絶縁性の基板、2は引き出し電極、3は陰極、4は絶縁体、6は電子放出部材を示しており、電子放出素子は、概略、基板1と、基板1上に積層され対向して設けられた引き出し電極2及び陰極3と、引き出し電極2と陰極3との間であって基板1上に積層される絶縁体4と、陰極3上に設けられた電子放出

部材6と、を備えている。

【0092】そして、本実施の形態では上述した第3の実施の形態と同様に、絶縁体4の形状が上面から見て略口の字型の堀（開口部）を有する形状をしており、本実施の形態においては、この略口の字型の堀を複数有する形状をしており、その口の字内部に電子放出部材6を作り込む様にした。

【0093】この形状にすることで、第3の実施の形態の効果以外に、電子放出部材6のサイズが小さくなることによって電界が強調され、電子放出素子の陰極3と引き出し電極2との間に電圧を印加することで電子が放出し始めるしきい値電圧をより低くできる。

【0094】本実施の形態では、絶縁体4の電子放出部材6が作り込まれる箇所が略口の字型になるようにしたが、例えば丸型のような他の形状であってもよく、絶縁体4に設けられた開口部であれば同様の効果を得ることができる。

【0095】以上に記載した電子放出素子の作製方法については第1の実施の形態とほぼ同様である。

【0096】以上の様な方法で電子放出素子をマトリックス状に作製した電子源を図6に示す。なお、以下に説明する、図6に示す電子源は、図5に示した電子放出素子を配置したものであるが、図1、3、4に示す実施の形態1～3に係る電子放出素子を配置した電子源においても、同様である。

【0097】この時電子放出素子は $110\mu\text{m}$ 間隔で配置されており、 1000×1000 のマトリックス内での絶縁体4の膜厚ばらつきは5%以下であった。絶縁体4の厚さが $2\mu\text{m}$ の時、電子放出素子の陰極3と引き出し電極2との間に電圧を印加することで電子が放出し始めるしきい値電圧は25Vであった。さらに、マトリックス内の各々の電子放出素子のしきい値電圧のばらつきは1%以内に納めることができた。引き出し電極2は印刷配線7で結線した。

【0098】以上の測定は基板1に対向して平行になるように陽極板（図示せず）を設置して、陽極板に陰極3に対して正電圧2kVを印加して、 $2\times 10^{-8}\text{Torr}$ （ $2.66\times 10^{-6}\text{Pa}$ ）の真空中で行った。

【0099】図6に示す電子源内の各々の電子放出素子では、電子放出部材5が陰極3上の引き出し電極2と対向する側近傍にのみ設けた。

【0100】これにより、素子同士を近づけても、隣接する素子の引き出し電極2に印加される電圧によって、電子放出部材5から電子が他方向（意図しない方向）に引き出される心配がない。さらには、陰極3の引き出し電極2と対向していない側に他の引き出し電極を近づけられるので、電子放出素子同士の距離を小さくすることが可能になる。

【0101】結果として電子放出素子が高密度に集積された電子源を作製することができ、高精細な画像表示装

置を作製する場合などに有利である。

【0102】図7は図6に示した電子放出素子がマトリックス状に配置されている電子源を利用して、画像形成装置を構成したものを示す図である。

【0103】図7において、71は電子放出素子を複数配した電子源基体、81は電子源基体71を固定したリアプレート、86はガラス基体83の内面に蛍光膜84とメタルバック85等が形成されたフェースプレートである。

【0104】82は支持枠であって、リアプレート81、フェースプレート86がフリットガラス等を用いて接続されている。87は外囲器であり、真空中で450度程度の温度で10分焼成することで封着して構成される。74は電子放出素子に相当する。72は引き出し電極、73は陰極である。

【0105】外囲器87は、上述の如く、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81で構成される。一方、フェースプレート86、リアプレート81間に、スペーサーとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器87を構成した。

【0106】メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常、「フィルミング」と呼ばれる。）を行い、その後A1を真空蒸着等を用いて堆積させることで作られた。

【0107】フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外側面に透明電極（不図示）を設けた。前述の封着を行なう際には、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させる必要があり、十分な位置合わせが不可欠となる。

【0108】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高効率、高信頼性、高プロセス歩留まり、高速駆動可能、低消費電力、大面積基板対応可能、高精細に対応可能な電子放出素子、電子源、及び画像形成装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出素子を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る電子放出素子の作製方法を示す図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る電子放出素子を示す図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態に係る電子放出素子を示す図である。

【図5】本発明の第4の実施の形態に係る電子放出素子を示す図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態に係る電子放出素子をマトリックス配置して作製した電子源を示す図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態に係る電子源を利用した画像形成装置を示す図である。

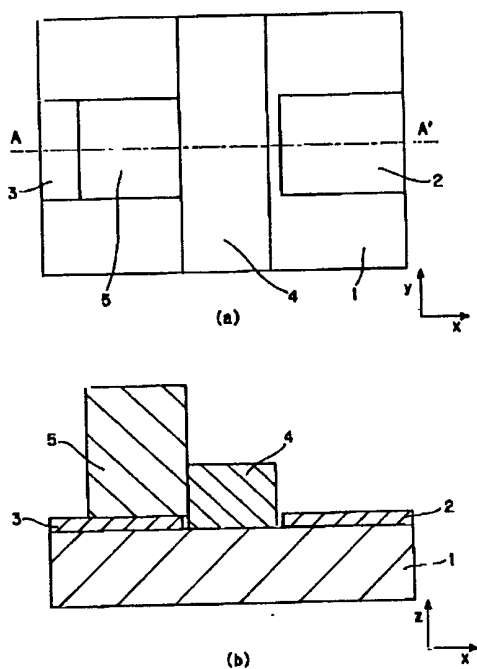
【図8】従来技術に係る電子放出素子を示す図である。

【符号の説明】

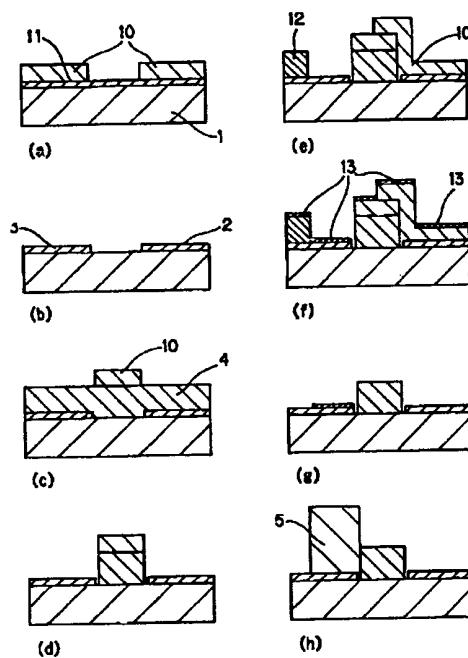
- 1 基板
- 2 引きだし電極
- 3 陰極
- 4 絶縁体
- 4a 開口部
- 5, 6 電子放出部材
- 7 印刷配線
- 10, 12 レジスト
- 11 金属薄膜

- 13 触媒
- 71 電子源基体
- 72 引きだし電極
- 73 陰極
- 74 電子放出素子
- 81 リアプレート
- 82 支持枠
- 83 ガラス基体
- 84 蛍光膜
- 85 メタルバック
- 86 フェースプレート
- 87 外圍器

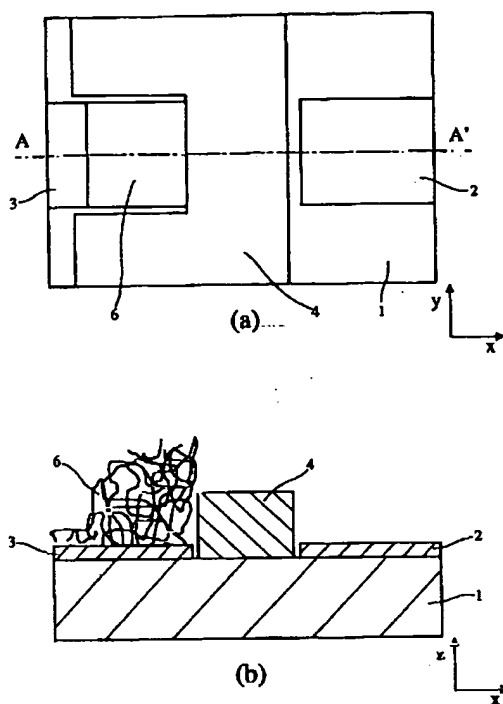
【図1】



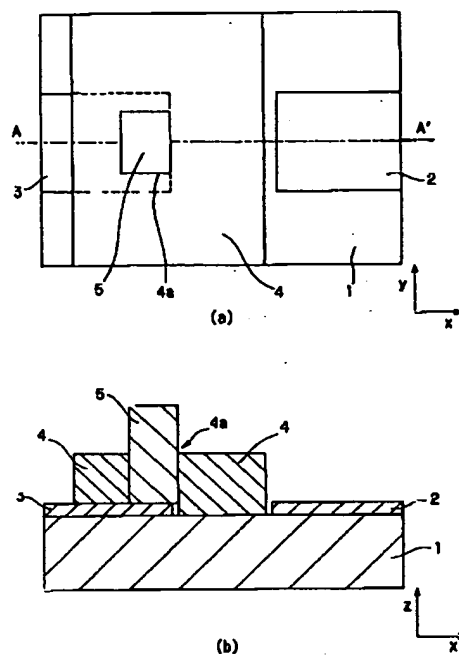
【図2】



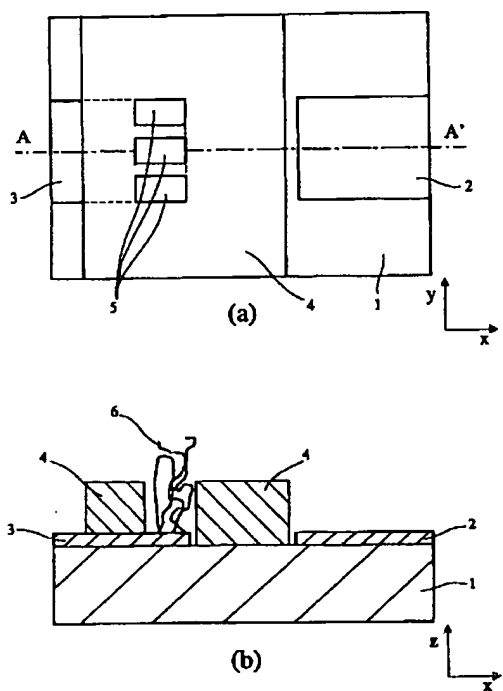
【圖3】



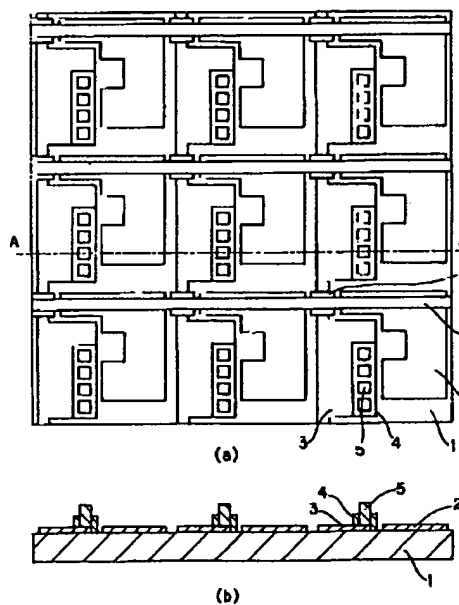
【圖4】



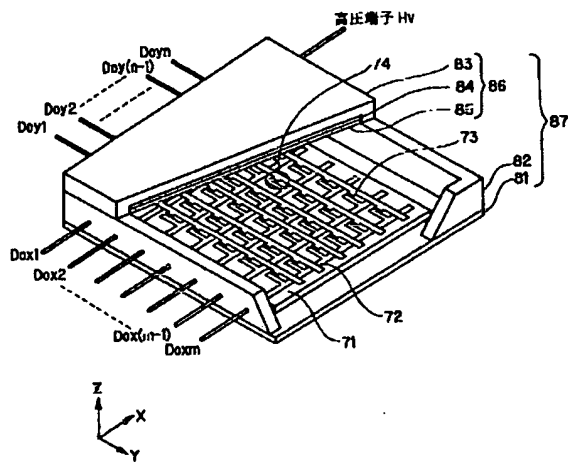
【圖5】



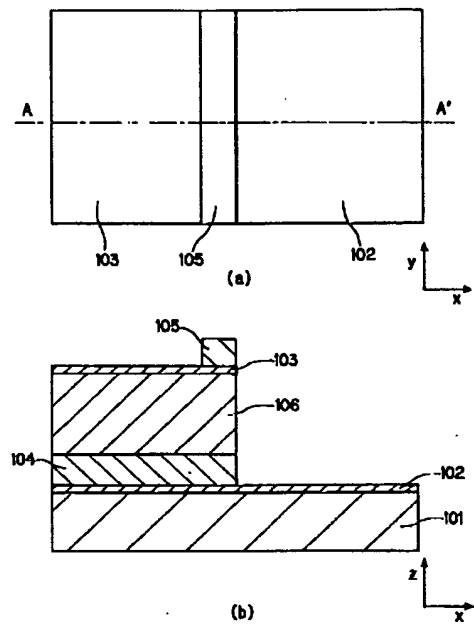
【圖6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C031 DD17
5C036 EE01 EE03 EE14 EE16 EF01
EG12 EH01